



Offenlegungsschrift
⑯ ⑯ DE 3215029 A1

t. Cl. 3:
B 60 B 3/02
B 21 D 53/30

⑳ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

24.04.81 HU 1069-81

㉑ Anmelder:

Magyar Aluminiumipari Tröszt, 1133 Budapest, HU;
Gépípereti Technológiai Intézet, Budapest, HU

㉒ Vertreter:

Jentschura, R., Dipl.-Ing.; Viering, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw.,
8000 München

㉓ Aktenzeichen:
㉔ Anmeldetag:
㉕ Offenlegungstag:

P 32 15 029.6
22. 4. 82
9. 12. 82

DE 3215029 A1

㉖ Erfinder:

Prodán, János, 1054 Budapest, HU; Gillemot, László, Dr.,
1022 Budapest, HU; Erdősí, József, 1141 Budapest, HU;
Göbl, Nándor, Dr., 1124 Budapest, HU

㉗ Aluminiumrad, insbesondere Fahrzeugrad, sowie Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung

Aluminiumrad, insbesondere Kraftfahrzeugrad, sowie Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung. Die Radschüssel und die Radfelge des Aluminiumrades werden aus einer einzigen Aluminiumscheibe hergestellt. Während der Herstellung des Aluminiumrades werden aus einer Kreisscheibe, die aus einer hinsichtlich der Leitfähigkeit und Verformungsfestigkeit zur Magnetumformung geeigneten Aluminiumlegierung hergestellt ist, ein Topf im Tiefziehverfahren geformt, die Wölbungen der Radschüssel im Preßverfahren in der Bodenplatte des Topfes geformt, dann die Nabenoehnung, die Befestigungslöcher und die Ausrichtlöcher im Preßverfahren ausgestanzt, dann in den Topf ein zusammengebauter Formkern, der an die Gestalt der Felge angepaßt gestaltet ist, eingesetzt und die Felge aus dem Mantel des Topfes im Magnetumformverfahren hergestellt. Die Vorrichtung zur Magnetumformung besteht aus zusammengebauten unteren, mittleren und oberen Formkernteilen mit der Umfangsgestalt der Felge, einem Spannkonus für die Formkernteile, auf welchem das umzuformende Werkstück mittels eines Klemmringes aufgeklemmt wird und einer den Formkern umgebenden Magnetumformspule, die in einem Elektroisoliermaterial eingebettet ist.
(32 15 029)

I-A 2201/72/2

VIERING & JENTSCHURA

zugelassen beim Europäischen Patentamt
European Patent Attorneys – Mandataires en Brevets Européens

Dipl.-Ing. Hans-Martin Viering · Dipl.-Ing. Rolf Jentschura · Steinsdorfstraße 6 · D-8000 München 22

Anwaltsakte 4076

Magyar Alumíniumipari Tröszt
und
Gépipari Technológiai Intézet

15 Aluminiumrad, insbesondere Fahrzeugrad, sowie
Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung

20 Ansprüche

1. Aluminiumrad, insbesondere Fahrzeugrad, bestehend aus Felge (2) und Radschüssel (3), dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Felge (2) und die Radschüssel (3) aus einer einzigen Aluminiumplatte umgeformt sind.
2. Aluminiumrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
30 daß die die Felge (2) und die Radschüssel (3) nach der Umformung bildende Aluminiumplatte aus einer Aluminiumlegierung mit einer Zugfestigkeit von 150-600 N/mm² hergestellt ist.
3. Aluminiumrad nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
35 daß die Felge (2) in die Radschüssel (3) über eine im Querschnitt U-bogenförmige Felgenschulter (20) über-

I/p

- 2 -

Telefon (089) 293413 und 293414 · Telefax (089) 222066 · Telex 5212306 jepa d · Telegramm Steinpät München

1 geht.

4. Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrades nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß aus einer in ihren Abmessungen an diejenigen des fertigen Rades (1) angepaßten Kreisplatte (7), die aus einer hinsichtlich der Leitfähigkeit und Verformungsfestigkeit im Magnetumformverfahren verformbaren Aluminiumlegierung besteht, unter Ausbildung eines zylindrischen Topfes (8) tiefgezogen wird, daß dann in dem Boden des Topfes (8) im Pressverfahren die endgültigen Wölbungen der Radschüssel (3) geformt werden, wonach die Nabenoehrung (4) der Radschüssel (3) und die Löcher (5, 6) für die Befestigungsbolzen und für sonstige Zwecke - z.B. zur Ausrichtung - in der Radschüssel (3) im Pressverfahren hergestellt werden, wonach ein zusammengebauter Formkern, der an die Gestalt der Felge (2) angepaßt ausgebildet ist, in den Topf (8) eingesetzt wird und die Felge (2) aus dem Mantel des Topfes im Magnetumformverfahren geformt wird.
5. Verfahren zur Herstellung eines Aluminiumrades nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß aus einer in ihren Abmessungen an diejenigen des fertigen Rades angepaßten Kreisplatte (7), die aus einer hinsichtlich der Verformungsfestigkeit und Leitfähigkeit im Magnetumformverfahren verformbaren Aluminiumlegierung besteht, zu einem zylindrischen Topf (8) tiefgezogen wird, der vorgelocht wird, wonach ein zusammengebauter Formkern, der an die zu formende Gestalt der Felge (2) angepaßt gestaltet ist, in den Topf (8) eingesetzt wird und die Felge (2) aus dem Mantel des Topfes (8) im Magnetumformverfahren geformt wird, wonach in den Boden des Topfes (8) die endgültigen Wölbungen der Radschüssel (3) im Pressverfahren geformt werden und gleich-

- 1 zeitig oder später die Nabenbohrung (4) und die Löcher (5, 6) für die Befestigungsbolzen und für sonstige Zwecke - z.B. zur Ausrichtung - gepreßt werden.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Topf (8) mit Blechdickenreduzierung tiefgezogen wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-6, dadurch gekennzeichnet, daß zum Magnetumformen des Topfmantels zur Formung der Felge (2) eine elektromagnetische Feldstärke von 20-500 kW/s angewendet wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-7, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefzieh- und/oder Press- und/oder Magnetumformungsvorgänge in mehreren Schritten durchgeführt werden.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-8, dadurch gekennzeichnet, daß nach den Umformvorgängen eine Presskalibrierung durchgeführt wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-9, dadurch gekennzeichnet, daß einer oder mehrere Vorgänge des Tiefziehens, des Pressens und - ggf. - der Kalibrierung miteinander kombiniert werden.
- 30 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4-10, dadurch gekennzeichnet, daß nach den Umformungsvorgängen an sich übliche Endform- und Oberflächennachbearbeitungsvorgänge durchgeführt werden.
- 35 12. Vorrichtung zur Magnetumformung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4-11, gekennzeichnet durch die Ausbildung aus einem Formkern, der zusammengebaut ist aus einem unteren Formteil (18), einem mittleren Formteil (12) und einem oberen

- 1 Formteil (11), die am Umfang der Gestalt der Felge (2) entsprechend gestaltet sind und auf einem Spannkonus (15) angeordnet sind, auf welchen das umzuförmende Werkstück (8) mittels eines Klemmringes (16) aufklemmbar ist, und aus einer den Formkern umgebenden Magnetumformspule (13), die in ein Elektroisoliermaterial (14) eingebettet ist.
- 10 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektroisoliermaterial (14) von einem Metallmantel (17) umgeben ist.
- 15 14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Entlüftungslöcher in dem unteren Formteil (18) und/oder dem mittleren Formteil (12) ausgebildet sind.
- 20 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetumformspule (13) kühlbar ausgeführt ist.

25

30

35

1 Aluminiumrad, insbesondere Fahrzeugrad, sowie
Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung

5 Die Erfindung betrifft ein Aluminiumrad, insbesondere ein
Fahrzeugrad, sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zur
Herstellung eines solchen Aluminiumrades.

10 Die Räder von Kraftfahrzeugen wurden bisher nahezu aus-
schließlich aus Stahlblech hergestellt. Gemäß der tradi-
tionellen Technologie der Herstellung von Stahlrädern
in Form von Scheibenrädern werden die Felge aus einem
Blechband geformt und dieses verschweißt, wonach das
Felgenprofil in diesen Blechringen gerollt wird, wonach
die Radschüssel an die Innenfläche der Felge angeschweißt
15 wird.

20 Im Interesse des verbesserten Umweltschutzes, der Energie-
einsparung und der Sicherheit wurden seit kurzem häufiger
Leichtmetallräder - Aluminiumräder - verwendet. Drei Ver-
fahren zur Herstellung von Aluminiumrädern sind bis heute
bekannt, nämlich das Gießen, das Schmieden und das Blech-
umformen. In diesem Zusammenhang wird erwähnt, daß das Ge-
wicht von Stahlrädern, die für Kraftfahrzeuge verwendet
werden, je nach Typ 8-12 kg ohne Reifen beträgt, wohinge-
gen das Gewicht von Rädern aus Aluminiumguß im allgemeinen
25 5-8 kg, und das von Scheibenrädern aus Aluminium 3-5 kg
betragen. Kosten gegossener Aluminiumräder sind beträcht-
lich höher als diejenigen von Stahlrädern, so daß letz-
tere hauptsächlich für motoraufwendige Kraftfahrzeuge
30 verwendet wird. Die Räder aus Aluminiumblech werden mit
beträchtlich geringeren Kosten als im Aluminiumguß her-
gestellt, so daß erwartet wird, daß der generelle Gebrauch
von Scheibenrädern, die leichter sind, sich durchsetzt.
35 Heutzutage werden jedoch hauptsächlich noch gegossene
Aluminiumräder verwendet. Diese werden aus Gießmetall
gewöhnlich im Niederdruckverfahren, oder weniger häufig
im Hochdruckverfahren, gegossen. Das Gußstück wird einer

1 zerstörungsfreien Prüfung und dann einer Wärmebehandlung unterzogen. Dem folgt eine spangebende Bearbeitung und eine weitere Prüfung. Die gegossenen Räder können in unterschiedlichen Formen mit ausgezeichnetem ästhetischen Aussehen hergestellt werden, sind jedoch, wie oben bereits erwähnt, verhältnismäßig schwer und teuer.

Räder mit ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften können durch Schmieden hergestellt werden. Bei dieser Technologie wird das vorgefertigte Werkstück von einem Vollmaterial abgeschnitten, vorgewärmt und dann im Gesenk geschmiedet, worauf eine Wärmebehandlung folgt. Die endgültige Gestalt wird durch spangebende Bearbeitung erhalten. Wenngleich die Gestalt geschmiedeter Räder hinter denen von gegossenen Rädern zurücksteht, haben sie weit bessere mechanische Eigenschaften ohne Strukturfehler des Materials, d.i. Gaseinschlüsse. Die geschmiedeten Räder sind extrem teuer und werden daher hauptsächlich für Flugzeuge und spezielle Kraftfahrzeuge verwendet.

In den DE-PS'en 26 29 511 und 26 35 983 sind Fahrzeugräder beschrieben, die aus gegossenem oder geschmiedetem Leichtmetall hergestellt sind.

25 In der HU-PS 174 572 und der Patentanmeldung FO-740 sind Räder beschrieben, die aus einem einzigen Stück bestehen, das im Gesenk geschmiedet ist.

Die traditionelle Produktion von Stahlrädern aus zwei verschweißten Stücken wurde auch für Leichtmetallräder versucht, indem die Radfelge aus einem Band gebogen und durch Schweißen zusammengefügt wurde. Das Felgenbett wird normalerweise durch Rollen geformt. Gemäß der SU-PS 713 643 wird das Felgenbett mit speziell bearbeiteten verkeilten Formgebungswerkzeugen geformt.

Die Radschüssel und die Felge werden in ähnlicher Weise durch Schweißen verbunden. Die zweiteilige Ausführungs-

1 form ist in der DE-OS 28 24 972 beschrieben, wonach die
äußeren und inneren Radteile durch Rollen hergestellt
werden und dann - zur Vermeidung des Schweißens - mittels
unterschiedlicher Verfahren, z.B. durch Schrumpfen, mit
5 Hilfe von Schraubverbindungen, Verkleben und dergleichen,
verbunden werden.

Die DE-OS 24 39 840 beschreibt ein Leichtmetallrad, bei
welchem die Radschüssel und die Felge durch Nahtschwei-
ßen oder Punktschweißen verbunden sind.
10

Der Hauptnachteil der zusammengebauten Ausführungsform
besteht darin, daß das Schweißen von Aluminiumlegierun-
gen stets problematisch ist, weil die Festigkeitseigen-
15 schaften des geglühten Materials in der Nachbarschaft
der Schweißstellen nur durch eine sich anschließende
Wärmebehandlung wieder verbessert werden können. Die
Schweißstellen erfordern gewöhnlich auch eine sich an-
schließende Qualitätskontrolle. Durch all dies werden die
20 Produktionskosten beträchtlich erhöht.

Diese Technologie ist nicht geeignet an die Eigenschaf-
ten von Leichtmetallen angepaßt und kann die dem Leicht-
metall innewohnenden Eigenschaften nicht ausnutzen.
25

Gemäß einer in Japan entwickelten Technologie (Modern
Metals, Vol. 35 vom 10/1979, Seiten 82-83) werden zwei-
teilige Aluminiumräder für Kraftfahrzeuge hergestellt,
indem ein vorgefertigtes Werkstück geeigneter Form durch
30 Tiefziehen von Blech hergestellt wird, wonach der Boden-
teil des tiefgezogenen Werkstücks entfernt wird und die
Felge aus dem erhaltenen Rohrstück gerollt wird. Der ent-
fernte Bodenteil wird durch Tiefpressen fertiggestellt
und endlich werden die beiden Teile durch Schweißen ver-
35 bunden. Jedoch ist auch dieses Technologieverfahren
wegen der bereits erwähnten Schweißprobleme problematisch.

Um die Schweißprobleme zu beseitigen, wurden die soge-

1 nannten dreiteiligen Räder entwickelt, bei denen die
Felge zweiteilig hergestellt und mit der geschmiedeten
Radschüssel mittels Bolzen verbunden wird. Wegen der
unsicheren Schraubverbindungen können diese Räder jedoch
5 kaum verwendet werden.

Die gegenwärtig bekannte und verwendete Technologie von
Aluminiumrädern ist in der Veröffentlichung "The Status
of Light Alloy Disc Wheel in Japan", 1980, veröffentlicht
10 durch das Light Metal Wheel Committee" beschrieben.

Die Erfindung ist auf die Verwirklichung solcher Alumi-
niumräder, insbesondere Fahrzeugräder, gerichtet, welche
aus Metallblech hergestellt sind und daher den Vorteil
15 aufweisen, der durch das geringe Gewicht der Scheibenrä-
der gegeben ist, gleichzeitig aber die Probleme des Schwei-
ßens von Aluminiumlegierungen oder anderer Verbindungsar-
ten beseitigt. Durch die Erfindung wird außerdem ein Ver-
fahren geschaffen, durch welches eine wirtschaftliche
20 Herstellung der Räder in zweckentsprechender Qualität
und mit günstigen Eigenschaften sichergestellt wird.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird dadurch
gelöst, daß die Radfelge und die Radschüssel des Alumi-
25 niumrades aus einer einzigen Aluminiumplatte geformt
werden, d. i.: das Aluminiumrad gemäß der Erfindung besteht
aus einem ungeteilten einzigen Stück.

30 Durch das Aluminiumrad gemäß der Erfindung werden die Vor-
teile der bekannten Ausführungsformen ohne deren Nach-
teile kombiniert. Da vom Schweißen nicht Gebrauch gemacht
wird, ist die Qualitätskontrolle vereinfacht und eine
anschließende Wärmebehandlung ist nicht erforderlich.
35 Die Materialausnutzung ist wirtschaftlich, die mechani-
schen Eigenschaften des Rades sind günstig und das Kon-
struktionsgewicht ist identisch zu dem, oder sogar gerin-
ger als das der bekannten Scheibenräder. Das Rad gemäß der

- 1 Erfindung kann aus Aluminiumlegierungen hergestellt werden, die durch den Metallverarbeitungsvorgang gehärtet werden, wohingegen für geschweißte Räder nur gehärtete und getemperte Legierungen verwendet werden können.
- 5 Das Aluminiumrad wird mit einem Verfahren gemäß der Erfindung dadurch hergestellt, daß eine Kreisscheibe durch Tiefziehen in einen zylindrischen Topf umgeformt wird, wobei die Kreisscheibe aus einer für die Magnetumformung hinsichtlich der Leitfähigkeit und Festigkeit geeigneten Aluminiumlegierung hergestellt ist und ihre Abmessungen an die Endabmessungen des Rades angepaßt sind. Die Wölbungen der Radschüssel werden im Pressverfahren in dem Boden des Topfes geformt. Danach werden
- 10 die Nabenoehrung der Radschüssel wie auch die Löcher zur Befestigung und für andere Zwecke - z.B. zur Ausrichtung - gleicherweise im Presstanzverfahren hergestellt, wonach ein mehrteiliger zusammengebauter Formkern, der an die Innenform der Felge angepaßt gestaltet ist, in den
- 15 Topf eingebracht wird und die Felge aus dem Mantel des Topfes im Magnetumformverfahren geformt wird.

Nach einem abgewandelten Verfahren gemäß der Erfindung wird der tiefgezogene Topf grobgelocht - wie oben beschrieben - und dann wird die Felge aus dem Topfmantel unter der Wirkung des elektromagnetischen Feldes geformt, wonach die Wölbungen entsprechend der Radschüssel in die Bodenplatte des Topfes gepreßt werden. Danach oder gleichzeitig werden die Nabenoehrung und die Löcher zur Befestigung und für andere Zwecke - z.B. zur Ausrichtung - im Pressverfahren hergestellt.

Es kann sehr vorteilhaft sein, den Topf im sogenannten Tiefziehverfahren mit Blechdickenreduzierung herzustellen, da auf diese Weise in dem durch die Konstruktion bedingten Maße die Wandstärke des Topfmantels geringer als die des Topfbodens wird, was für den Magnetumformschritt günstig ist.

1 Es wird darauf hingewiesen, daß Aluminiumlegierungen
gemeint sind, wenn hier von "Aluminium" gesprochen wird.
Für die erfindungsgemäße Anwendung werden derartige Alu-
miniumlegierungen vorgezogen, deren Zugfestigkeit zwischen
5 150-600 N/mm² liegt. Die Leitfähigkeit der Legierungen
soll dem Wert entsprechen, der für die Magnetumformung
erforderlich ist.

Die Magnetumformung wird vorzugsweise mit einer elektro-
10 magnetischen Feldstärke von 20-500 kW/s durchgeführt.

Günstige Ergebnisse werden erhalten, wenn das Tiefzie-
hen und/oder Pressen und/oder Magnetumformen in mehreren
Schritten durchgeführt wird.

15 In gewissen Fällen, wenn während der unterschiedlichen
Umformvorgänge die gegenseitige Stellung der Oberflächen-
elemente des Rades geändert wird, wird ein Kalibrier-
vorgang erforderlich, der am Ende der Umformvorgänge im
20 Pressverfahren durchgeführt wird.

Ein weiterer Vorteil wird erhalten, wenn einer oder meh-
rere Vorgänge beim Tiefziehen, Pressen und - im gegebe-
nen Fall - beim Kalibrieren miteinander kombiniert wer-
den.

25 Die üblichen Endform- und Oberflächennachbearbeitungs-
vorgänge werden an dem Rad, das mit dem erfindungsgemä-
ßen Verfahren hergestellt ist, nach Abschluß der anderen
30 Umformvorgänge ebenfalls durchgeführt.

Die Magnetumformung ist der wichtigste Vorgang bei dem
Verfahren gemäß der Erfindung. Für diesen Zweck wird
gemäß der Erfindung eine Vorrichtung verwendet, welche
35 einen inneren Formkern aufweist, der aus einem unteren
Formteil, einem oberen Formteil und einem mittleren Form-
teil zusammengesetzt ist, die am Umfang entsprechend der
Form der Felge gestaltet sind, wobei der Formkern auf

1 einem Spannkonus angeordnet ist und das umzuformende Werkstück mittels eines Klemmringes auf den Spannkonus aufklemmbar ist. Ferner ist der Formkern von einer Magnetumformspule umgeben, die in ein elektrisch isolierendes Material eingebettet ist.

5
Es kann vorteilhaft sein, in dem unteren und/oder dem mittleren Formteil wenigstens eine Luftaustrittsöffnung auszubilden.

10
Die Erfindung wird als Beispiel anhand einer bevorzugten Ausführungsform erläutert, die aus der Zeichnung ersichtlich ist. In der Zeichnung zeigt:

15 Fig. 1 einen Schnitt des Fahrzeuggrades gemäß der Erfindung,

Fig. 2a eine Kreisscheibe als anfängliches Vorprodukt für das Verfahren,

20 Fig. 2b eine perspektivische Ansicht des durch Tiefziehen aus der Kreisscheibe geformten Topfes, und

25 Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch die Vorrichtung gemäß der Erfindung für die Magnetumformung.

30 Das aus Fig. 1 ersichtliche Profil der Felge 2 des Fahrzeuggrades 1 ist identisch mit den üblichen Felgenprofilen, so daß es hier nicht im Einzelnen beschrieben wird. Jedoch geht die Felge 2 in die Radschüssel 3 über eine im Querschnitt U-bogenförmige Felgenschulter 20 über. Die Radschüssel 3 ist aus der Bodenplatte des aus Fig. 2b 35 ersichtlichen, tiefgezogenen Topfes geformt, so daß sie notwendigerweise dicker als die Felge 2 ist. Die Plattendicke kann innerhalb weiter Grenzen gewählt werden, wenn

1 der Topf 8 in einem Tiefziehverfahren hergestellt wird, bei welchem am Topfmantel eine Dickenreduzierung stattfindet. Die im Schnitt U-bogenförmige Felgenschulter 20 an der einen Felgenseite ist sehr vorteilhaft, weil sie, 5 die an der Außenseite des Rades angeordnet ist, die Absorption von Schlägen oder Stößen erlaubt, die beim Auffahren auf einen Randstein, bei plötzlichen Kurvenbewegungen und dergleichen auftreten, und sehr viel günstiger ist, als die mit offenen Felgenschultern ausgestatteten, 10 bisher verwendeten Räder. Die Nabenhöhlung 4 für den Durchtritt der Radnabe ist im Zentralbereich der Radschüssel 3 ausgebildet. Schraubbolzenlöcher 5 und Ausrichtlöcher 6 sind je nach Erfordernis wie bei den konventionellen Radkonstruktionen vorgesehen.

15 Aus Fig. 2a ist eine Kreisscheibe 7 ersichtlich, die für das Tiefziehen vorbereitet ist, als dessen Ergebnis der aus Fig. 2b ersichtliche Topf 8 geformt wird. Dieser Topf wird als vorgefertigtes Teil für die nachfolgenden 20 Herstellvorgänge verwendet.

Aus Fig. 3 ist die Vorrichtung ersichtlich, die bei dem Verfahren gemäß der Erfindung für die elektromagnetische Umformung verwendet wird. Sie besteht aus einer geteilten 25 Konstruktion, die zusammengebaut enthält: einen unteren Formkernteil 18, einen oberen Formkernteil 11 und einen mittleren Formkernteil 12, die in mehreren räumlich zueinander verlaufenden Richtungen entlang von Ebenen und von gekrümmten Flächen geteilt sind und im zusammengebauten Zustand mit ihrer gemeinsamen Umfangsfläche die Komplementärform der radial inneren Seite der Felge 2 bilden, die geformt werden soll.

30 Die Formkernteile 18, 11 und 12 werden auf den Spannkonus 15 gesetzt, wonach der Topf 8 aufgezogen wird, wie in der linken Hälfte der Fig. 3 gezeigt, und dann mittels des auf dem Spannkonus 15 zentrierten Klemmringes 16 an diesem und dem Formkern festgelegt wird. Die Formkern-

- 1 teile und das vorgefertigte Werkstück werden mittels mechanischer, pneumatischer oder hydraulischer Vorrichtungen (nicht gezeigt) aneinander festgelegt. Der andere Hauptteil der Vorrichtung ist die Magnetumformspule 13, die den Formkern radial im Abstand umgibt, in Anpassung an die elektrischen und mechanischen Spannungen, die während des Umformvorganges auftreten, dimensioniert ist und entsprechend den Verfahrensbedingungen kühlbar ist. Die Windungen der Umformspule 13 sind in elektrisch isolierendem Material 14 eingebettet, das vorzugsweise aus faserverstärktem Kunststoffmaterial besteht und am Umfang durch einen Metallmantel 17 abgedeckt ist, welches der elektrischen Abschirmung und der mechanischen Fixierung dient. Nach der Magnetumformung werden die Formkernteile 18, 11 und 12 aus dem Innenraum des umgeformten Werkstückes durch Lösung der Klemmelemente herausgenommen, wonach sie für den nächsten Umformvorgang wieder zusammengebaut werden können. Die magnetische Feldstärke, die von der Umformspule 13 induziert wird, die an einen Impulsgenerator (nicht gezeigt) angeschlossen ist, formt die Felge 2 in Anpassung an die Formgebungs-teile der Formkernteile 10, 11, 12 aus dem Mantel des Topfes 8.
- 25 Das Verfahren gemäß der Erfindung enthält zwei wesentliche Vorgänge zur Herstellung des aus einem einzigen Stück bestehenden Aluminiumrades. Der erste Vorgang ist das zur Wanddickenreduzierung im Bereich des Topfmantels führende Tiefziehen zur Sicherstellung der erforderlichen unterschiedlichen Wanddicken. Beispielsweise ist die Anfangsplattendicke für ein Kraftfahrzeugrad aus einer Aluminiumlegierung 5-7 mm und der Kraftbedarf für das Tiefziehen ist etwa 6300 kN.
- 30 35 Der andere Vorgang ist die Magnetumformung der Felge. Zu diesem Zweck muß die für das Rad gewählte Legierung hinsichtlich der Leitfähigkeit und der Verformungsfe-

1 stigkeit für die Magnetumformung geeignet sein und gleichzeitig kann das Aushärten des Materials als Ergebnis der Umformung wirksam zu Erhöhung der Festigkeit und Belastbarkeit des Rades ausgenutzt werden. Eine elektromagnetische Feldstärke von ungefähr 100-150 kJ ist für das Formen der Felge des Rades des Kraftfahrzeuges erforderlich, das obenstehend als Beispiel angegeben ist.

10 Folgendes konkretes numerisches Beispiel für das Verfahren wird angegeben:

15 Ein Aluminiumrad mit einem Durchmesser von 220 mm soll hergestellt werden. Als Material wurde AlMgSi 1 ausgewählt ($R_m = 255 \text{ N/mm}^2$; $R_{pos} = 177 \text{ N/mm}^2$). Die Plattendicke der Scheibe beträgt 5 mm, ihr Durchmesser 350mm.

20 Der Tiefziehvorgang zur Herstellung des Topfes wird in zwei Schritten ausgeführt. Der Kraftbedarf beträgt 630 Tonnen. Für diesen Vorgang wird eine hydraulische Presse verwendet.

25 Im Anschluß an den Tiefziehvorgang wird im Pressverfahren die Gestalt der Radschüssel geformt und außerdem werden die Nabenoehrung, die Schraubbolzenlöcher und die Ausrichtlöcher hergestellt.

30 Der nächste Schritt ist die Magnetumformung in der aus Fig. 3 ersichtlichen Vorrichtung. Der Leistungsbedarf für die Umformung beträgt 50 kW/s und die Umformzeit beträgt etwa 30s.

35 In dieser Verfahrensstufe ist das Rad praktisch fertig. Nur die üblichen Oberflächenbehandlungen und Endnachbearbeitungen müssen noch durchgeführt werden. Es wird darauf hingewiesen, daß eine derart unerwartete Genauigkeit durch die Magnetumformung erzielt wurde, daß eine anschließende Bearbeitung des gemäß der Erfindung

1 hergestellten Rades unnötig war.

Der größte Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch die Möglichkeit der Herstellung des Aluminiumrades aus einer einzigen Scheibe ein Fahrzeugrad in einer einfachen Scheibenkonstruktion herstellbar ist, als diejenigen, die bisher hergestellt wurden. Das Verfahren gemäß der Erfindung ist zeitsparend und ausgezeichnet geeignet für die industrielle Massenproduktion in großem Maßstab.

Durch das Verfahren wird die Qualität des verwendeten Strukturmaterials nicht nachteilig beeinflußt. Beispielsweise ist ein Enthärten, was bei üblichen Schweißvorgängen auftritt, vermeidbar. Die Herstellung des Rades aus dem Grundmaterial minimaler Menge in einer Qualität, durch welche die Anforderungen der Benutzer voll erfüllt werden, ist realisierbar geworden.

20

25

30

35

Nummer:
Int. Cl. 3:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

32 15 029
B 60 B 3/02
22. April 1982
9. Dezember 1982

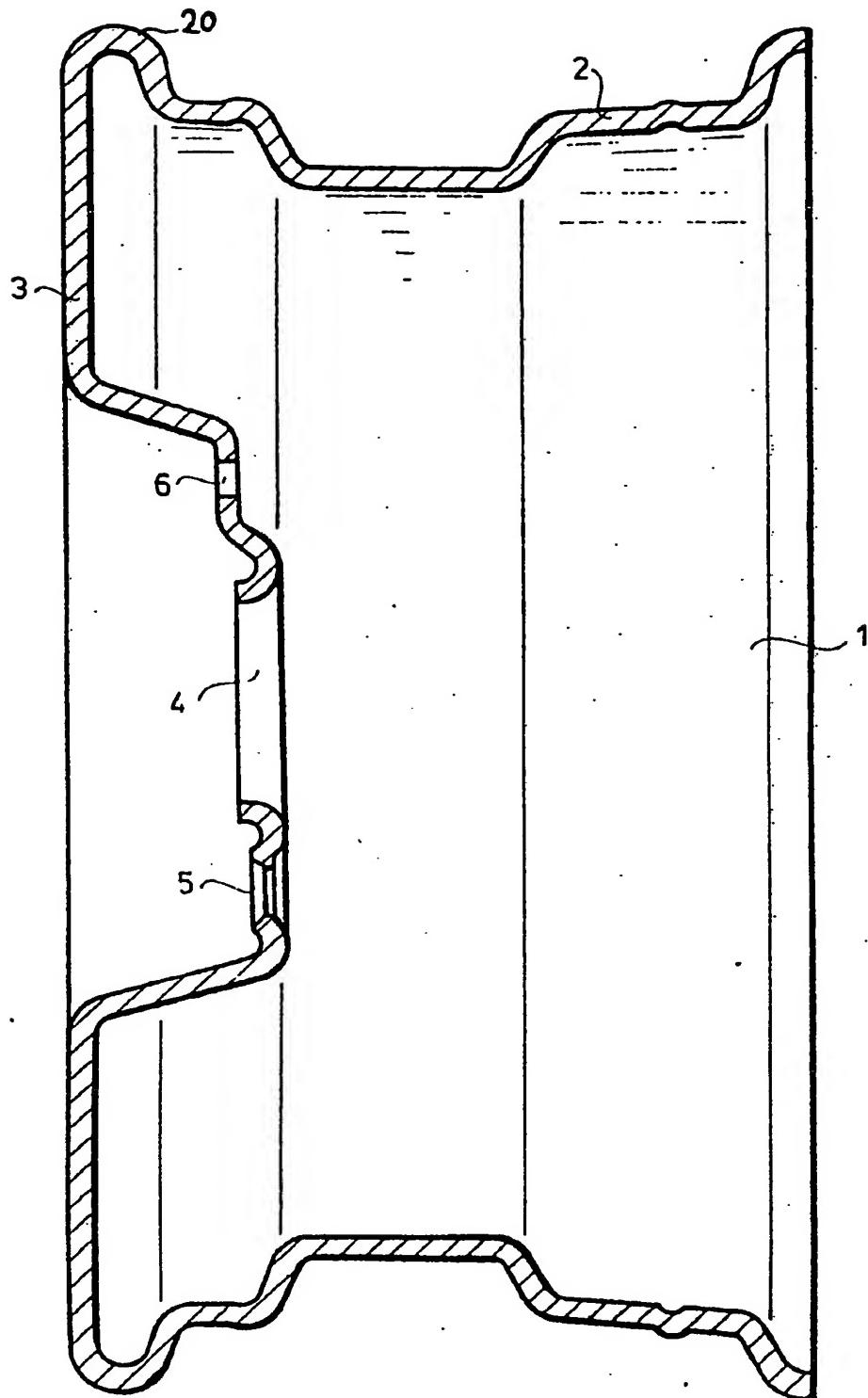


Fig.1

3215029

-16-

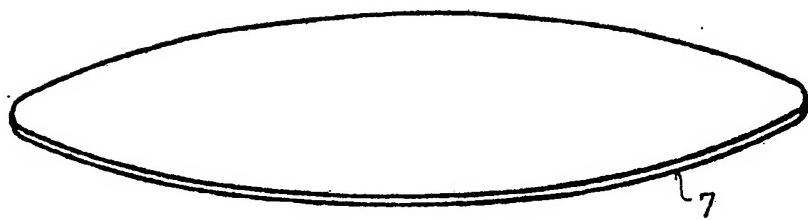


Fig. 2a

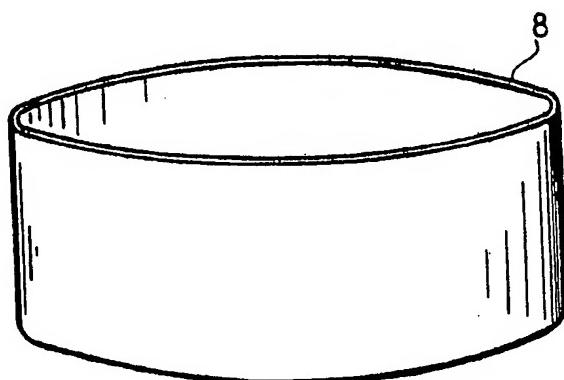


Fig. 2b

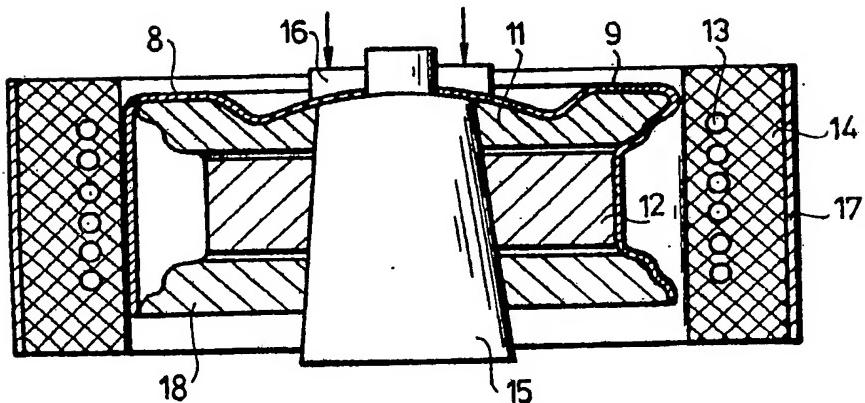


Fig. 3